

# OPTICAL WIRING SUBSTRATE AND OPTICAL WIRING MODULE AND THEIR MANUFACTURING METHOD

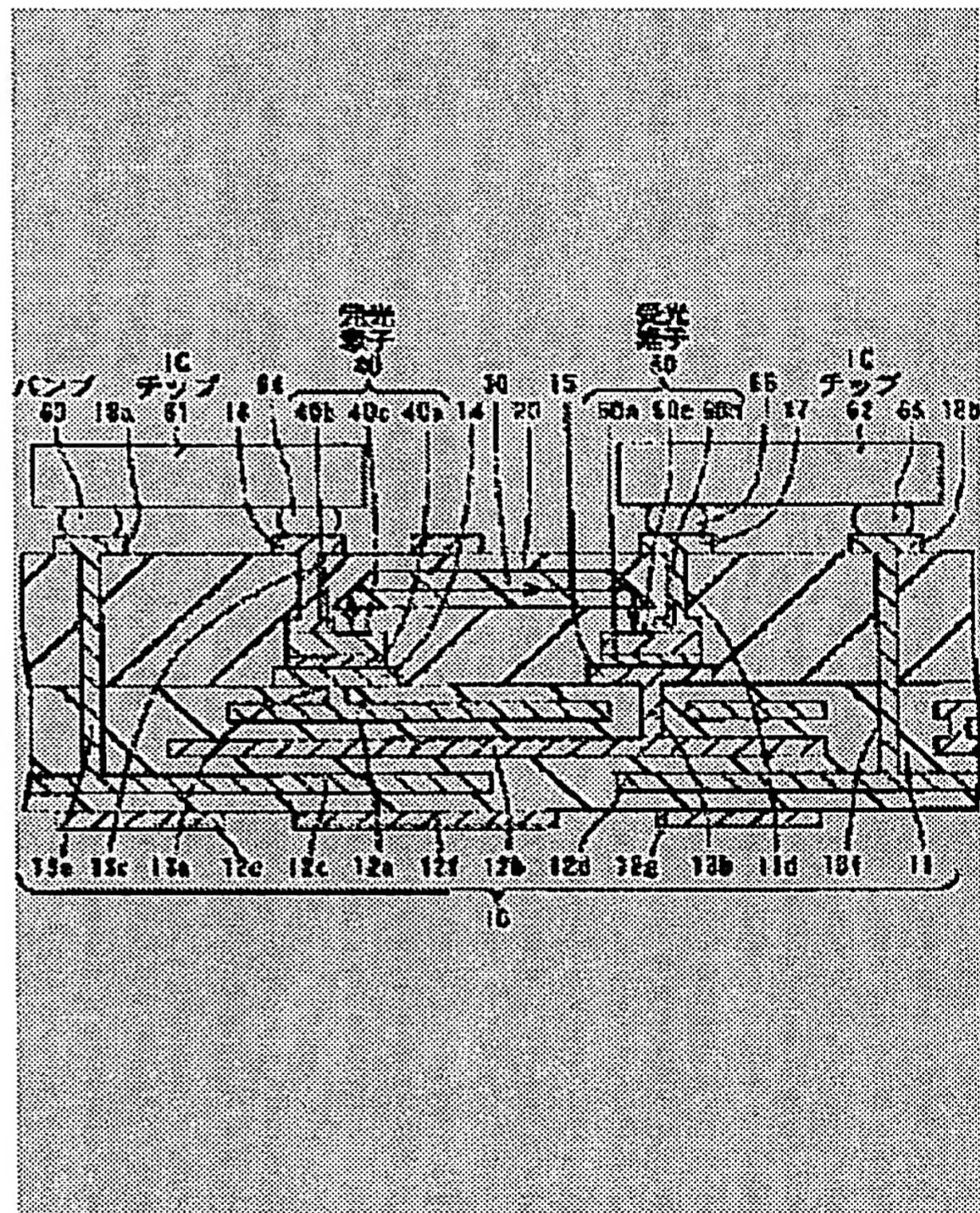
**Patent number:** JP2002006161  
**Publication date:** 2002-01-09  
**Inventor:** OGAWA TAKESHI  
**Applicant:** SONY CORP  
**Classification:**  
- **international:** G02B6/122; G02B6/12; G02B6/13; H01L31/0232; H01L31/12; H05K3/46  
- **europen:**  
**Application number:** JP20000183441 20000619  
**Priority number(s):**

**Also published as:**  
JP2002006161 (A)

## Abstract of JP2002006161

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a wiring substrate and a wiring substrate module which make it possible to rapidly transmit signals and effectively prevent a damage caused by external factors, and their manufacturing method.

**SOLUTION:** The electric wiring element 10 having electric wiring patterns 12a-12g formed on an insulating substrate 11 and an insulating layer 20 covering the electric wiring element 10 are provided, and an optical waveguide 30 as an optical wiring is provided in the insulating layer 20. A luminous element 40 and a light receiving element 50 are provided in the insulating layer 20, and IC chips 61 and 62 are provided on the opposite side to the electric wiring element 10 of the insulating layer 20. Since the optical waveguide 30 is provided in the insulating layer 20, the occurrence of the break of the optical wiring and an optical noise can be prevented, and the loss in optical propagation can be reduced.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-6161

(P2002-6161A)

(43)公開日 平成14年1月9日(2002.1.9)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 6/122  
6/12  
6/13  
H 0 1 L 31/0232  
31/12

識別記号

F I

H 0 1 L 31/12  
H 0 5 K 3/46  
G 0 2 B 6/12

テーマート(参考)  
C 2 H 0 4 7  
Q 5 E 3 4 6  
Z 5 F 0 8 8  
B 5 F 0 8 9  
N

審査請求 未請求 請求項の数24 OL (全 13 頁) 最終頁に統く

(21)出願番号

特願2000-183441(P2000-183441)

(22)出願日

平成12年6月19日(2000.6.19)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 小川 剛

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
一株式会社内

(74)代理人 100098785

弁理士 藤島 洋一郎

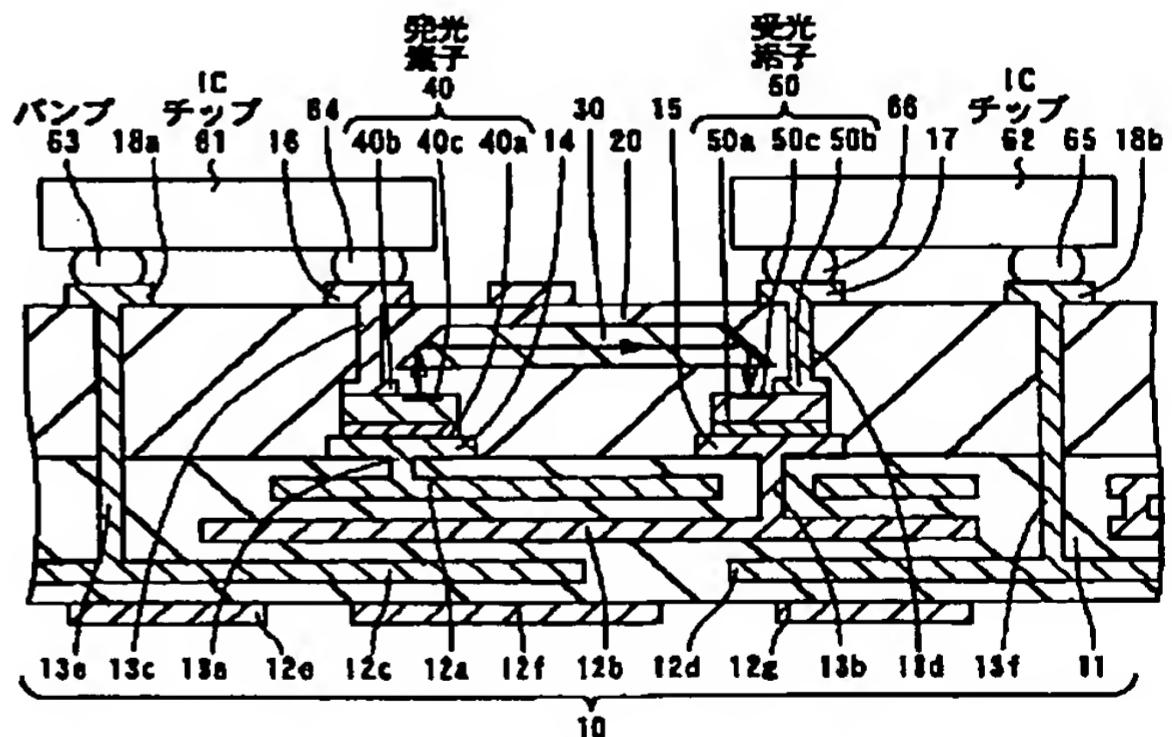
最終頁に統く

(54)【発明の名称】 光配線基板および光配線モジュール並びにそれらの製造方法

(57)【要約】

【課題】 信号の高速伝送を可能にすると共に、外部要因による損傷を効果的に防止することを可能とする配線基板および配線基板モジュール並びにそれらの製造方法を提供する。

【解決手段】 絶縁性を有する基板11に電気配線パターン12a～12gが形成された電気配線部10と、この電気配線基部10を覆うように設けられた絶縁層20とを備えており、絶縁層20の内部に光配線としての光導波路30が配設されている。絶縁層20の内部には、また、発光素子40および受光素子50が配設され、絶縁層20の電気配線部10と反対側には、ICチップ61, 62が配設されている。光導波路30が絶縁層20の内部に配設されているので、光配線の配線切れや光学的雑音を防止することができる。また、光伝搬損失を低減することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電気配線パターンを有する基体と、前記基体の内部に、光信号を伝送可能に配置された光導波路とを備えたことを特徴とする光配線基板。

【請求項2】 さらに、光信号を発信するための発光素子と、光信号を受信するための受光素子とを備えたことを特徴とする請求項1記載の光配線基板。

【請求項3】 前記基体は、電気配線パターンが形成された電気配線部と、この電気配線部を覆う絶縁層とを含むことを特徴とする請求項1記載の光配線基板。

【請求項4】 前記光導波路は、前記絶縁層の内部に配設されていることを特徴とする請求項3記載の光配線基板。

【請求項5】 さらに、光信号を発信するための発光素子と、光信号を受信するための受光素子とを備え、前記発光素子または前記受光素子の少なくとも一方が、前記絶縁層の内部に配設されていることを特徴とする請求項4記載の光配線基板。

【請求項6】 前記発光素子は、電気信号を印加するための第1の信号印加電極を有し、前記絶縁層の表面には、外部から電気信号が印加される第2の信号印加電極が配設され、前記第1の信号印加電極と前記第2の信号印加電極とが電気的に接続されていることを特徴とする請求項5記載の光配線基板。

【請求項7】 前記発光素子は、電源電圧を印加するための第1の電源電極をさらに有し、前記電気配線部は、外部から電源電圧が印加される第2の電源電極を有し、前記第1の電源電極と前記第2の電源電極とが電気的に接続されていることを特徴とする請求項6記載の光配線基板。

【請求項8】 前記受光素子は、受信した光信号に応じた電気信号を出力するための第1の信号出力電極を有し、前記絶縁層の表面には、外部へ電気信号を出力するための第2の信号出力電極が配設され、前記第1の信号出力電極と前記第2の信号出力電極とが電気的に接続されていることを特徴とする請求項5記載の光配線基板。

【請求項9】 前記受光素子は、電源電圧を印加するための第3の電源電極をさらに有し、前記電気配線部は、外部から電源電圧が印加される第4の電源電極を有し、前記第3の電源電極と前記第4の電源電極とが電気的に接続されていることを特徴とする請求項8記載の光配線基板。

10 【請求項10】 前記光導波路は、光を伝搬させるコア層と、このコア層の周囲を包むクラッド層とを含むことを特徴とする請求項1記載の光配線基板。

【請求項11】 前記光導波路は、ポリイミド、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、ポリオレフィン樹脂および合成ゴムからなる群のうちの少なくとも1種を含む材料によりなることを特徴とする請求項1記載の光配線基板。

【請求項12】 前記電気配線部は、複数層の電気配線パターンを含むことを特徴とする請求項3記載の光配線基板。

【請求項13】 前記電気配線部は、酸化アルミニウム、ガラスセラミック、窒化アルミニウムおよびムライトからなる群のうちの少なくとも1種を含む無機材料により構成された基板に電気配線パターンが形成されてなることを特徴とする請求項3記載の光配線基板。

20 【請求項14】 前記電気配線部は、ガラスエポキシ樹脂、ポリイミド、B T樹脂、P P E (Polyphenyl ether)樹脂、フェノール樹脂およびポリオレフィン樹脂からなる群のうちの少なくとも1種を含む有機材料により構成された基板に電気配線パターンが形成されてなることを特徴とする請求項3記載の光配線基板。

【請求項15】 電気配線パターンを有する基体と、前記基体の内部に、光信号を伝送可能に配置された光導波路と、光信号を発信するための発光素子と、光信号を受信するための受光素子と、前記発光素子または前記受光素子の少なくとも一方との間で電気信号の授受を行う集積回路とを備えたことを特徴とする光配線モジュール。

30 【請求項16】 前記基体は、電気配線パターンが形成された電気配線部と、この電気配線部を覆う絶縁層とを含むことを特徴とする請求項15記載の光配線モジュール。

【請求項17】 前記光導波路は、前記絶縁層の内部に配設されていることを特徴とする請求項16記載の光配線モジュール。

40 【請求項18】 前記発光素子または前記受光素子の少なくとも一方が、前記絶縁層の内部に配設されていることを特徴とする請求項16記載の光配線モジュール。

【請求項19】 電気配線パターンが形成された電気配線部の上に下部絶縁層を形成する工程と、前記下部絶縁層の上に、光信号を伝送することが可能な光導波路を形成する工程と、少なくとも前記光導波路を覆うように上部絶縁層を形成する工程とを含むことを特徴とする光配線基板の製造方法。

50 【請求項20】 前記光導波路を形成する工程は、前記光導波路を所定のダミー基板上に形成する工程と、前記ダミー基板上に形成された光導波路を前記上部絶縁層

層の上に転写する工程とを含むことを特徴とする請求項19記載の光配線基板の製造方法。

【請求項21】前記上部絶縁層または前記下部絶縁層により覆われるように、発光素子または受光素子の少なくとも一方を形成する工程をさらに含むことを特徴とする請求項19記載の光配線基板の製造方法。

【請求項22】電気配線パターンが形成された電気配線部の上に下部絶縁層を形成する工程と、

前記下部絶縁層の上に、光信号を伝送することが可能な光導波路を形成する工程と、

少なくとも前記光導波路を覆うように上部絶縁層を形成する工程と、

光信号を発信するための発光素子および光信号を受信するための受光素子を形成する工程と、

前記上部絶縁層の上に、前記発光素子または前記受光素子の少なくとも一方との間で電気信号の授受を行う集積回路を形成する工程とを含むことを特徴とする光配線モジュールの製造方法。

【請求項23】前記発光素子または前記受光素子の少なくとも一方を、前記上部絶縁層または前記下部絶縁層の内部に埋設されるように形成することを特徴とする請求項22記載の光配線モジュールの製造方法。

【請求項24】前記発光素子および前記受光素子を、前記上部絶縁層の上に形成することを特徴とする請求項22記載の光配線モジュールの製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、情報伝達信号の高速化を可能にする光配線基板および光配線モジュール並びにそれらの製造方法に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】IC (Integrated Circuit; 集積回路) やLSI (Large Scale Integrated Circuit; 大規模集積回路) における技術の進歩により、それらの動作速度や集積規模が向上し、例えばマイクロプロセッサの高性能化やメモリチップの大容量化が急速に達成されている。従来、機器内のボード間、あるいはボード内のチップ間など比較的短距離間の情報伝達は、主に、電気信号により行われてきた。今後、集積回路の性能を更に向上させるためには、信号の高速化や信号配線の高密度化が必要となるが、電気信号配線（電気配線）においては、それら高速化および高密度化が困難であると共に、配線のCR (C:配線の静電容量、R:配線の抵抗) 時定数による信号遅延が問題となってしまう。また、電気信号の高速化や電気配線の高密度化は、EMI (Electromagnetic Interference) ノイズやチャンネル間のクロストークの原因となるため、その対策も不可欠となる。

【0003】そこで、これらの問題を解消するものとして、光配線（光信号配線、光インターフェクション）が注目されている。光配線は、機器間、機器内のボード

間、あるいはボード内のチップ間など種々の箇所に適用可能であると考えられている。中でも、チップ間のような短距離間の信号の伝送には、チップが搭載されている基板上に光導波路を形成し、これを伝送路とした光伝送・通信システムを構築することが好適であると考えられる。

【0004】このような光伝送・通信システムにおいては、電気信号を光信号に変換するための発光素子、光信号を電気信号に変換するための受光素子、および発光素子や受光素子との間で電気信号の授受を行うためのICチップなどを装備する必要があり、これらの素子への電力の供給や比較的低速の各種のコントロール信号などの伝送は、依然として電気信号により行う必要がある。そのため、基板上あるいは基板に電気配線を形成することが必須である。

##### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】電気配線と光配線とを備えたハイブリッド型の光配線基板は、例えば、シリコン基板やガラス基板上に電気配線としての薄膜多層配線を形成し、その上に光配線としての光導波路を形成することにより得られると考えられる。また、通常のプリント配線基板などの電気配線を有する基板の上に光導波路を形成することによっても得られると考えられる。これらのハイブリッド型の光配線基板を作製する場合、光導波路の材料に高分子化合物を用いて低温プロセスにより形成することが考えられる。

【0006】しかしながら、光導波路を基板上に露出させて配置した場合には、その光導波路が機械的な損傷を受けやすい。このため、光導波路の一部に、配線切れが起こったり、光伝搬損失が生じたり、渦込光などによる光学的な雑音が発生してしまうという問題がある。また、基板の表面に光導波路が存在することから、光導波路を避けるようにして半導体チップおよびその他のチップ部品を実装しなければならず、配線基板全体としての実装領域に制約が生じてしまうという問題もある。

【0007】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、信号の高速伝送を可能にすると共に、外部要因による損傷を効果的に防止することを可能とする光配線基板および光配線モジュール並びにそれらの製造方法を提供することにある。

##### 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明による光配線基板は、電気配線パターンを有する基体と、基体に内部に、光信号を伝送可能に配置された光導波路とを備えたものである。

【0009】本発明による光配線モジュールは、電気配線パターンを有する基体と、基体に内部に、光信号を伝送可能に配置された光導波路と、光信号を発信するための発光素子と、光信号を受信するための受光素子と、発光素子または受光素子の少なくとも一方との間で電気信

号の授受を行う集積回路とを備えたものである。

【0010】本発明による光配線基板の製造方法は、電気配線パターンが形成された電気配線部の上に下部絶縁層を形成する工程と、下部絶縁層の上に、光信号を伝送することが可能な光導波路を形成する工程と、少なくとも光導波路を覆うように上部絶縁層を形成する工程とを含むものである。

【0011】本発明による光配線モジュールの製造方法は、電気配線パターンが形成された電気配線部の上に下部絶縁層を形成する工程と、下部絶縁層の上に、光信号を伝送することが可能な光導波路を形成する工程と、少なくとも光導波路を覆うように上部絶縁層を形成する工程と、光信号を発信するための発光素子および光信号を受信するための受光素子を形成する工程と、上部絶縁層の上に、発光素子または受光素子の少なくとも一方との間で電気信号の授受を行う集積回路を形成する工程とを含むものである。

【0012】本発明による光配線基板または光配線モジュールでは、基体に設けられた電気配線により電気信号が伝送され、基体内部の光導波路により光信号が伝送される。

【0013】本発明による光配線基板の製造方法または光配線モジュールの製造方法では、電気配線部の上に形成された下部絶縁層の上に光導波路が形成され、この光導波路を覆うように上部絶縁層が形成される。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0015】【第1の実施の形態】まず、本実施の第1の実施の形態に係る光配線基板および光配線モジュールの構成について説明する。

【0016】図1は、本実施の形態に係る光配線基板の断面構造を表すものである。この光配線基板は、電気配線部10と、この電気配線部10を覆うように設けられた絶縁層20とを備えている。絶縁層20の内部には、光配線としての光導波路30、発光素子40および受光素子50が埋設されている。ここで、電気配線部10と絶縁層20とを合わせたものが、本発明の「基体」の一具体例に対応している。

【0017】電気配線部10は、絶縁性を有する基板11と、この基板11の表面および内部に設けられ、例えば銅(Cu)などの導電材料からなる複数の電気配線パターン12a～12gとを含んでいる。電気配線パターン12a～12dは基板11の内部に形成され、電気配線パターン12e～12gは基板11の一方の表面(図1では裏面側)に形成されている。電気配線パターン12cと電気配線パターン12dとは、例えば同一階層(以下、第1階層という。)に形成されているが、両者間は電気的に絶縁されている。また、電気配線パターン12aおよび電気配線パターン12dは、例えば第1階

層とは異なる2つの階層にそれぞれ形成されている。すなわち、ここでは、電気配線パターン12a～12gは、多層化されている。

【0018】電気配線パターン12aは、発光素子40用の電源ラインであり、電気配線パターン12bは、受光素子50用の電源ラインである。電気配線パターン12cは、後述するICチップ61(図3参照)用の電源ラインであり、電気配線パターン12dは、後述するICチップ62(図3参照)用の電源ラインである。また、電源配線パターン12e～12gは、図示しないその他の素子間を電気的に接続するためのものである。

【0019】基板11の他方の表面には、外部から電源電圧が印加される電極14、15が設けられている。電極14と電気配線パターン12aとの間には接続孔(スルーホール)13aが形成されており、電極14は接続孔13aに充填された銅などの導電体を介して電気配線パターン12aに電気的に接続されている。電極15と電気配線パターン12bとの間には接続孔13bが形成されており、電極15は接続孔13bに充填された導電体を介して電気配線パターン12bに電気的に接続されている。ここで、電極14が本発明における「第2の電源電極」の一具体例に対応し、電極15が本発明における「第4の電源電極」の一具体例に対応している。

【0020】発光素子40は、電極14と対向して配設されている。この発光素子40は、電源電圧を印加するための電源電極40aと、電気信号を印加するための信号電極40bと、発光部40cとを有している。電源電極40aは電極14に接触しているか、あるいは半田などにより接合されて電極14と電気的に接続されている。ここで、電源電極40aが本発明の「第1の電源電極」の一具体例に対応し、信号電極40bが本発明の「第1の信号印加電極」の一具体例に対応している。

【0021】受光素子50は、電極15と対向して配設されている。この受光素子50は、電源電圧を印加するための電源電極50aと、受信した光信号に応じた電気信号を出力するための信号電極50bと、受光部50cとを有している。電源電極50aは電極15に接触しているか、あるいは半田などにより接合されて電極15と電気的に接続されている。ここで、電源電極50aが本発明の「第3の電源電極」の一具体例に対応し、信号電極50bが本発明の「第1の信号出力電極」の一具体例に対応している。

【0022】絶縁層20の表面(基板11側と反対側の表面)には、例えば、外部から電気信号が印加される信号電極16、外部へ電気信号を出力するための信号電極17、外部から電源電圧が印加される電極18a、18bおよびその他の電極19などが設けられている。信号電極16と発光素子40の信号電極40bとの間には接続孔13cが形成されており、信号電極16は接続孔13cに充填された導電体を介して信号電極40bに電気

的に接続されている。信号電極17と受光素子50の信号電極50bとの間には接続孔13dが形成されており、信号電極17は接続孔13dに充填された導電体を介して信号電極50bに電気的に接続されている。電極18aと電気配線パターン12cとの間には接続孔13eが形成されており、電極18aは接続孔13eに充填された導電体を介して電気配線パターン12cに電気的に接続されている。また、電極18bと電気配線パターン12dとの間には接続孔13fが形成されており、電極18bは接続孔13fに充填された導電体を介して電気配線パターン12dに電気的に接続されている。ここで、信号電極16が本発明の「第2の信号印加電極」の一具体例に対応し、信号電極17が本発明の「第2の信号出力電極」の一具体例に対応している。

【0023】光導波路30は、発光素子40と受光素子50との間に配設されている。この光導波路30は、例えば長手方向の両端部に、電気配線部10の主表面となる外角が鈍角（ここでは、略135°）である反射面30a, 30bを有している。反射面30aは発光素子40の発光部40cと対向するように位置しており、発光部40cから発せられた光信号を光導波路30内の長手方向に反射するようになっている。反射面30bは受光素子50の受光部50cと対向するように位置しており、光導波路30内をその長手方向に沿って伝搬してきた光信号を受光部50cの方向に反射するようになっている。なお、光導波路30の電気配線部10の表面となる外角とは、光導波路30の光伝搬方向（長手方向）に沿った断面が閉じた図形であると考えた場合におけるこの図形の外角のことを意味する。また、図1では、光導波路30の下面と発光素子40および受光素子50の上面との間がわずかに離れているが、これらは接していくてもよい。

【0024】電気配線部10には、例えば、セラミック多層配線基板、有機多層配線基板、ガラスエポキシ配線基板、ビルトアップ多層配線基板およびプリント配線基板などを用いることができる。ここで、セラミック多層配線基板とは、基板11が、酸化アルミニウム(A1<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、ガラスセラミック（例えば、低温焼成ガラスセラミック）、窒化アルミニウム(A1N)およびムライトからなる群のうちの少なくとも1種を含む無機材料により構成されたものとをいう。有機多層配線基板とは、基板11が、ガラスエポキシ樹脂、ポリイミド、BT樹脂、PPE(Polyphenyl ether)樹脂、フェノール樹脂およびポリオレフィン樹脂（例えばデュポン社製のテフロン（登録商標））からなる群のうちの少なくとも1種を含む有機材料により構成されたものとをいう。なお、有機多層配線基板のうちフィルム状のポリイミドなどにより構成されたものは、フレキシブル多層配線基板とも呼ばれている。ガラスエポキシ多層配線基板とは、基板11が、FR-4などのガラスエポキシ樹脂

により構成されたものとをいい、ビルトアップ多層配線基板とは、通常のガラスエポキシ配線基板上に例えば感光性あるいは非感光性のエポキシ樹脂、感光性あるいは非感光性のポリイミド、または感光性あるいは非感光性のベンゾシクロブテン(BCB)などの樹脂を用いたフォトリソグラフィ技術により高密度に電気配線パターンが形成されたものとをいう。また、プリント配線基板とは、例えば誘電体材料からなるコア基板上に電気配線パターンが高密度に印刷された印刷基板が配設されたものとをいう。

【0025】絶縁層20は、例えば、厚さ100μmのエポキシ樹脂により構成されている。なお、光導波路30と発光素子40および受光素子50とが離間して配置される場合には、絶縁層20を光信号に対して透明な材料により形成することが好ましい。光信号が伝送される際の光伝搬損失を抑制することができるからである。

【0026】光導波路30は、例えば、屈折率が1.54程度のビスフェノールを主材とするエポキシ樹脂により構成されており、その厚さは例えば30μmである。

【0027】なお、光導波路30は、図1に示したような構造に限らず、他の構造であってもよい。例えば、図2(A), (B)に示したように、コア層31、およびコア層31を囲むようにして形成されたクラッド層32よりなる構造の光導波路30Aとしてもよい。ちなみに、図2(A)は図1と同様の方向において切断した光導波路30Aの断面構造を表すものであり、図2(B)は図2(A)のIIB-IIB線に沿った断面に対応するものである。

【0028】この光導波路30Aでは、コア層31は例えば屈折率が1.54程度のビスフェノールを主材とするエポキシ樹脂により構成されており、その厚さは例えば30μmである。このコア層31は、例えば、長手方向の両端部に反射面31a, 31bを有している。クラッド層32は、コア層31の構成材料よりも屈折率の小さい材料、例えば屈折率が1.52程度のエポキシ樹脂により構成されており、その厚さは例えば30μmである。このように、光導波路30Aに屈折率差を設けた方が、光伝搬損失が少ないので好ましい。なお、クラッド層32およびコア層31は、コア層31の屈折率がクラッド層32の屈折率よりも大きいという条件を満たすものであれば、ポリイミド、ポリメチルメタクリレートなどのアクリル樹脂、ポリエチレンやポリスチレンなどのポリオレフィン樹脂、または合成ゴムなどの他の材料により構成するようにしてもよい。

【0029】発光素子40は、例えば面発光型の発光ダイオード(light emitting diode; LED)により構成されている。ここで面発光型とは、素子の主表面（最も大きい面積を有する表面）から光が射出されるものとをいう。また、受光素子50は、例えば面発光型のフォトダイオードにより構成されている。ここで面受光型

とは、主表面によって光を受けるものとすることをいう。

【0030】このような構成を有する光配線基板は、例えば図3に示したような光配線モジュールとして用いられる。この光配線モジュールは、例えば、図1に示した光配線基板の絶縁層20の電気配線部10と反対側に、ICチップ61, 62が配設されたものである。ICチップ61, 62には、例えば信号処理回路やメモリ回路などの電子回路がそれぞれ集積されている。ここで、ICチップ61, 62が、本発明の「集積回路」の一具体例に対応している。

【0031】ICチップ61の光配線基板（絶縁層20）側には、ICチップ61と電気的に接続されたバンプ（導電性突起）63, 64がそれぞれ設けられている。バンプ63は電極18aと接触しており、バンプ64は信号電極16と接触している。これにより、ICチップ61は、バンプ63, 電極18aおよび接続孔13eに充填された導電体を介して電気配線パターン12cに電気的に接続されると共に、バンプ64, 信号電極16および接続孔13cに充填された導電体を介して発光素子40の信号電極40bに電気的に接続されている。

【0032】一方、ICチップ62の光配線基板（絶縁層20）側には、ICチップ62と電気的に接続されたバンプ65, 66がそれぞれ設けられている。バンプ65は電極18bと接触しており、バンプ66は信号電極17と接触している。これにより、ICチップ62は、バンプ65, 電極18bおよび接続孔13fに充填された導電体を介して電気配線パターン12dに電気的に接続されると共に、バンプ66, 信号電極17および接続孔13dに充填された導電体を介して受光素子50の信号電極50bに電気的に接続されている。

【0033】次に、図4ないし図8を参照して、図3に示した光配線モジュールの製造方法について説明する。なお、図4ないし図8は、光配線モジュールの製造方法の各製造工程をそれぞれ表すものである。

【0034】まず、図4に示したように、電気配線パターン12a～12gが形成された基板11（すなわち、電気配線部10），発光素子40および受光素子50をそれぞれ用意する。なお、電気配線部10としては、例えば、その表面に、接続孔13aを介して電気配線パターン12aに電気的に接続された電極14および接続孔13bを介して電気配線パターン12bに電気的に接続された電極15が形成されたものを用意する。そのうち、発光素子40の電源電極40aと電気配線部10表面の電源電極14とを例えば半田などにより接合して、発光素子40を電気配線部10の上に実装する。また、受光素子50の電源電極50aと電気配線部10表面の電源電極15とを例えば半田などにより接合して、受光素子50を電気配線部10の上に実装する。

【0035】次に、図5に示したように、発光素子40および受光素子50を覆うように、電気配線部10の上

に下部絶縁層20aを形成する。この下部絶縁層20aの形成は、例えば、ロールコート法、カーテンコート法、スピンドルコート法あるいはディップコート法によりエポキシ樹脂を塗布し、熱処理することにより行う。これにより、発光素子40および受光素子50が下部絶縁層20aの内部に埋設される。下部絶縁層20aを形成したのち、下部絶縁層20a表面の平坦化処理を行う。

【0036】次に、図6に示したように、その長手方向の一端部が発光素子40の発光部40cに対応し、他端部が受光素子50の受光部50cに対応するように、例えば以下のようにして光導波路30を形成する。

【0037】すなわち、光導波路30を形成する際には、まず、下部絶縁層20aの上に、例えばスピンドルコート法により硬化後の屈折率が1.54程度の液状のエポキシ樹脂を30μm程度の厚さになるように塗布したのち、塗布したエポキシ樹脂上に図示しないフォトマスクを位置合わせして配置する。フォトマスクとしては、例えば、光導波路30に対応する開口が設けられた遮光膜を備え、開口の長手方向に沿って遮光膜の厚さが漸次薄くなることによって、遮光膜の開口の短辺近傍領域が遮光膜の厚さに応じた光の量を透過させるグレースケール領域として機能するようになっているものを用いることができる。

【0038】フォトマスクを配置したのち、フォトマスク側から電気配線部10側に向けて光を照射する。この光の照射は、例えば、超高圧水銀ランプを用いて、10mW/cm<sup>2</sup>程度の低い出力で長い時間（例えば、3分間）をかけて行う。そののち、エポキシ樹脂のうち光が照射されず未硬化の部分を例えば有機溶剤を用いて溶解除去する。これにより、光導波路30が形成されると共に、その両端部に反射面30a, 30bが形成される。

【0039】なお、図2(A), (B)に示したようなコア層31とクラッド層32とを有する光導波路30Aを形成する場合には、次のようにすればよい。まず、下部絶縁層20aの上に、例えばスピンドルコート法により硬化後の屈折率が1.52程度の液状のエポキシ樹脂を30μm程度の厚さになるように塗布したのち、例えば熱処理を行って樹脂を硬化させ、下部クラッド層32a（図2(A)参照）を形成する。次いで、下部クラッド層32aの上に、例えば上述した光導波路30の形成方法と同様の方法を用いて、両端部に反射面31a, 31bを有するコア層31を形成する。続いて、下部クラッド層32aの露出面およびコア層31の上に、例えばスピンドルコート法により硬化後の屈折率が1.52程度の液状のエポキシ樹脂をコア層31の上部において30μm程度の厚さになるように塗布したのち、熱処理を行って樹脂を固化させ、上部クラッド層32bを形成する。

【0040】光導波路30を形成したのち、図7に示したように、光導波路30を覆うように、上部絶縁層20bを形成する。上部絶縁層20bは、例えば、下部絶縁層20aを形成する。

層20aと同一の材料を用いて同一の方法により形成する。これにより、下部絶縁層20aおよび上部絶縁層20bよりなる絶縁層20が形成される。

【0041】次に、図8に示したように、電気配線パターン12c, 12dおよび信号電極40b, 50bに対応して絶縁層20に接続孔13c～13fをそれぞれ形成する。そののち、例えばめっき法あるいは印刷法によりこれらの接続孔13c～13fに銅などの導電体を埋め込むと共に、信号電極16, 17および電極18a, 18bをそれぞれ形成する。なお、接続孔13c～13fの形成は、例えばレーザあるいはドリルを用いて行う。また、絶縁層20を感光性を有する材料により形成した場合には、フォトリソグラフィ技術を用いて接続孔13c～13fを形成することも可能である。

【0042】次に、ICチップ61にバンプ63, 64をそれぞれ取り付けると共に、ICチップ62にバンプ65, 66をそれぞれ取り付ける。そののち、ICチップ61, 62を例えばバンプ63～66を利用したフリップチップボンディング法によって絶縁層20の上に実装する。これにより、図3に示した光配線モジュールが完成する。

【0043】次に、この光配線モジュールの作用について説明する。

【0044】この光配線モジュールでは、外部から印加された電源電圧が、電気配線部10の電気配線パターン12aおよび電極14を介して発光素子40の電源電極40aに印加されると、発光素子40が動作可能な状態になる。また、外部から印加された電源電圧が、電気配線パターン12bおよび電極15を介して受光素子50の電源電極50aに印加されると、受光素子50が動作可能な状態になる。さらに、電気配線パターン12c, 12d、電極18a, 18bおよびバンプ63, 65を介してICチップ61, 62に電源電圧が印加されると、ICチップ61, 62がそれぞれ動作可能な状態になる。

【0045】発光素子40、受光素子50およびICチップ61, 62が動作可能な状態で、例えばICチップ61の図示しない信号パッドから電気信号が出力されると、信号電極16を介して発光素子40の信号電極40bへ電気信号が入力され、発光素子40は電気信号を光信号に変換して発光部40cから光信号を射出する。射出した光信号は、光導波路30に入射し、その反射面31aにおいて入射方向とほぼ垂直の方向に例えば全反射してコア層31の内部に入射する。その後、この光信号は、コア層31内を伝搬し、反射面31bに到達する。ここで、光信号は、光伝搬方向とほぼ垂直の方向に例えば全反射して、光導波路30の外部に出射し、受光素子50の受光部50cに入射する。受光素子50に入射した光信号は、電気信号に変換されて信号電極50bから出力されて、信号電極17を介してICチップ62

の図示しない信号パッドに入力される。このようにして、ICチップ61とICチップ62との間で光信号が高速伝送される。また、低速コントロール信号などの比較的低速で伝送してもよい信号は、所定の電気配線パターンによって電気信号のまま伝送される。ここでは、光導波路30が絶縁層20の内部に設けられているので、光導波路30に対する損傷が防止されており、光伝搬損失が少なくなっている。

【0046】このように本実施の形態に係る光配線基板によれば、光配線としての光導波路30を絶縁層20の内部に配設するようにしたので、衝撃などの外部要因による光導波路30の損傷を効果的に防止することができる。従って、光配線の配線切れを防止することができる。また、光学的な雑音の影響を除去することができる。さらに、光伝搬損失を低減することができる。よって、この光配線基板を用れば、光伝搬特性に優れた光配線モジュールを構成することができる。また、信号の高速伝送が可能になる。

【0047】さらに、発光素子40や受光素子50をも絶縁層20の内部に配設すれば、これらについても保護され、光伝搬特性をさらに向上させることができる。

【0048】また、本実施の形態に係る光配線基板を用いて光配線モジュールを構成すれば、光配線が露出している場合に比べて、光配線基板上にICチップ61, 62などの電気部品あるいはその他のチップ部品を実装可能な領域が増加するので、設計時の自由度が高くなると共に、これらの実装を容易に行うことができる。

【0049】(第1の変形例)図9は、本発明の第1の実施の形態の第1の変形例に係る光配線モジュールの構造を一部破断して表すものである。なお、以下の説明では、上記第1の実施の形態の構成要素と同一の部分には同一の符号を付し、ここではその詳細な説明を省略する。

【0050】本変形例に係る光配線モジュールが第1の実施の形態の光配線モジュールと大きく異なる点は、電気配線部10の上に、光導波路30Bと発光素子40および受光素子50とが電気配線部10側からこの順に配置されていることである。従って、ここでは、光導波路30Bは、例えば両端部に、電気配線部10の主表面となす外角が鋭角(ここでは、略45°)であるような反射面30c, 30dを有している。

【0051】この光配線モジュールでは、絶縁層20の表面に、信号電極16から電気信号が印加される信号電極71、および信号電極17へ電気信号を出力するための信号電極72が設けられている。

【0052】信号電極71と信号電極16との間には接続孔13gが形成されており、信号電極71と信号電極16とは接続孔13gに充填された導電体を介して電気的に接続されている。信号電極71の表面にはバンプ73が設けられており、信号電極71はバンプ73を介し

て発光素子40の信号電極40bに電気的に接続されている。また、絶縁層20の表面には、外部から電源電圧が印加される電極14Aが設けられている。電極14Aと発光素子40の電源電極40aとの間には接続孔13hが形成されており、電極14Aは接続孔13hに充填された導電体を介して電源電極40aに電気的に接続されている。なお、電極14Aは、図示しない接続孔に充填された導電体を介して電気配線パターン12aに電気的に接続されている。

【0053】信号電極72と信号電極17との間には接続孔13iが形成されており、信号電極72と信号電極17とは接続孔13iに充填された導電体を介して電気的に接続されている。信号電極72の表面にはバンプ74が設けられており、信号電極72はバンプ74を介して受光素子50の信号電極50bに電気的に接続されている。また、絶縁層20の表面には、外部から電源電圧が印加される電極15Aが設けられている。電極15Aと受光素子50の電源電極50aとの間には接続孔13jが形成されており、電極15Aは接続孔13jに充填された導電体を介して電源電極50aに電気的に接続されている。なお、電極15Aは、図示しない接続孔に充填された導電体を介して電気配線パターン12bに電気的に接続されている。

【0054】このような構成を有する光配線モジュールでは、ICチップ61の図示しない信号パッドから電気信号が出力されると、信号電極16および信号電極71を介して発光素子40の信号電極40bへ電気信号が入力される。また、受光素子50に入射した光信号は、電気信号に変換されて信号電極50bから出力されて、信号電極72および信号電極17を介してICチップ62の信号パッドに入力される。なお、その他は第1の実施の形態と同様に作用する。また、本変形例に係る光配線モジュールは、第1の実施の形態と同様の効果を有する。

【0055】(第2の変形例) 図10は、本発明の第1の実施の形態の第2の変形例に係る光配線モジュールの構造を一部破断して表すものである。なお、以下の説明では、上記第1の実施の形態の構成要素と同一の部分には同一の符号を付し、ここではその詳細な説明を省略する。

【0056】本変形例に係る光配線モジュールが第1の実施の形態の光配線モジュールと大きく異なる点は、面発光型の発光素子40および面受光型の受光素子50に代えて、端面発光型の発光素子40Aおよび端面受光型の受光素子50Aを備えていることである。従って、ここでは、光導波路30Cの両端部に反射面を設ける必要がなく、光導波路30Cは例えば断面形状が矩形状となっている。また、光導波路30C、発光素子40Aおよび受光素子50Aは、光導波路30Cの一側面と発光素子40Aの発光部40c、光導波路30Cの他の側面と

受光素子50Aの受光部50cとがそれぞれ対向するよう配設されている。

【0057】このような構成を有する光配線モジュールでは、第1の実施の形態の光配線モジュールと同様に作用し、同様の効果を有する。また、上述したように光導波路30Bの両端部に反射面を設ける必要がないので、容易に製造することができるという利点を有する。

【0058】[第2の実施の形態] まず、本実施の第2の実施の形態に係る光配線モジュールの構成について説明する。なお、以下の説明では、上記第1の実施の形態の構成要素と同一の部分には同一の符号を付し、ここではその詳細な説明を省略する。

【0059】図11は、本実施の形態に係る光配線モジュールの構造を一部破断して表すものである。この光配線モジュールが第1の実施の形態に係る光配線モジュールと大きく異なる点は、発光素子40および受光素子50が絶縁層20の内部に埋め込まれておらず、絶縁層20の外部に配設されていることである。

【0060】発光素子40は、例えば、ICチップ61の光配線基板(絶縁層20)に面した側に、その発光部40cが光導波路30Bの反射面30cに対応するように配置されている。発光素子40の信号電極40bは、ICチップ61の図示しない信号パッドに接触しているか、あるいは半田などにより接合されてICチップ61と電気的に接続されている。また、電源電極40aは、図示しない接続孔に充填された導電体を介して電気配線パターン12aに電気的に接続されている。

【0061】一方、受光素子50は、例えば、ICチップ62の光配線基板に面した側に、その受光部50cが光導波路30Bの反射面30dに対応するように配置されている。受光素子50の信号電極50bは、ICチップ62の図示しない信号パッドに接触しているか、あるいは半田などにより接合されてICチップ62と電気的に接続されている。また、電源電極50aは、図示しない接続孔に充填された導電体を介して電気配線パターン12bに電気的に接続されている。

【0062】このような構成を有する光配線モジュールは、例えば、電気配線部10を用意し、第1の実施の形態と同様にして、下部絶縁層、光導波路30B、上部絶縁層を順次形成したのち、発光素子40を実装したICチップ61と、受光素子50を実装したICチップ62とを実装することにより製造することができる。

【0063】このように発光素子40および受光素子50が絶縁層20の内部に埋め込まれていない場合であっても、第1の実施の形態と同様に、光配線の配線切れおよび光学的雑音の発生を防止できると共に、光伝搬損失を低減することができる。

【0064】[第3の実施の形態] 本実施の形態は、予め別途形成した光導波路を電気配線部10の上に転写するようにした光配線基板の製造方法および光配線モジュ

ールの製造方法に関するものである。なお、図12および図13は、光配線モジュールの製造方法の各製造工程をそれぞれ表すものである。

【0065】本実施の形態では、まず、図12に示したように、例えば、平坦性に優れた透明なダミー基板81を用意し、このダミー基板81の上に、例えば、プラズマCVD (Chemical Vapor Deposition) 法により厚さ500nmの二酸化ケイ素(SiO<sub>2</sub>)よりなる基板分離層82を形成する。次に、基板分離層82の上に、例えばスピンドルコート法により硬化後の屈折率が1.54程度の液状のエポキシ樹脂を30μm程度の厚さになるよう塗布したのち、塗布したエポキシ樹脂上に図示しないフォトマスクを位置合わせして配置する。フォトマスクとしては、例えば第1の実施の形態で説明したもの同様のものを用いることができる。

【0066】フォトマスクを配置したのち、フォトマスク側から電気配線部10側に向けて光を照射する。この光の照射は、例えば、超高压水銀ランプを用いて、10mW/cm<sup>2</sup>程度の出力で3分間行う。ここでは、光の吸収量が少なく、透過性に優れたエポキシ樹脂を用いており、ダミー基板81の表面および裏面において反射した光も露光に寄与すると考えられる。そのため、エポキシ樹脂の露光された領域は裏面側から硬化して、基板分離層82に固着する。なお、このとき、フォトマスク(具体的には、遮光膜)のグレースケール領域に対応する部分は、下層側から硬化し、上層側は硬化しない。光の照射を行ったのち、エポキシ樹脂のうち光が照射されず未硬化の部分を例えば有機溶剤を用いて溶解除去する。これにより、光導波路30が形成されると共に、その両端部にダミー基板81の表面となす外角が鋭角(ここでは、略45°)とされた反射面30a, 30bが形成される。

【0067】次に、図13に示したように、ダミー基板81上に形成された状態の光導波路30を、位置合わせを行いながら下部絶縁層20aの上に密着させる。このとき、光導波路30と下部絶縁層20aとの間には、エポキシ樹脂などによる接着層83を配するようとする。なお、図12と図13とでは、便宜上、光導波路30の縮尺を変えて示している。

【0068】続いて、下部絶縁層20aとダミー基板81および光導波路30とを密着させた状態で、例えば、超高压水銀ランプを用いて、ダミー基板81側から電気配線部10側に向かって10mW/cm<sup>2</sup>の出力で3分間光を照射する。これにより、接着層83を構成するエポキシ樹脂が硬化し、光導波路30は下部絶縁層20aの所望の位置に固着される。なお、接着層83は、熱処理により硬化せることによってよい。

【0069】次に、光導波路30に下部絶縁層20aが固着されている状態で、ダミー基板81を、例えば薄いフッ化水素(HF)溶液、または緩衝フッ化水素(BH

F; Buffered HF) 溶液に浸す。これにより、ダミー基板81と光導波路30との間に形成された基板分離層82が溶解除去され、基板分離層82上のダミー基板81が光導波路30から分離された状態(リフトオフ)となり、光導波路30が電気配線部10側(具体的には、下部絶縁層20a上)に転写される。それ以降の工程は、第1の実施の形態と同様である。

【0070】このように本実施の形態では、光導波路30を平坦性に優れたダミー基板81上に形成したのち、上部絶縁層20a上に転写するようにしたので、光導波路30Aを形成する際に下地(ここでは、下部絶縁層20a)の表面に凹凸が存在する場合であっても、この凹凸形状に影響されることなく、光伝搬損失の少ない光導波路30を形成することができる。

【0071】以上、実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、種々変形可能である。例えば、上記第1および第3の実施の形態では、発光素子40および受光素子50が共に絶縁層20の内部に埋め込まれた場合について説明し、上記第2の実施の形態では、発光素子40および受光素子50が共に絶縁層20の外部に配設された場合について説明したが、受光素子40および発光素子50のうちのいずれか一方のみが絶縁層20内に埋め込まれた構成とするようにしてもよい。例えば図14に示したように、発光素子40を絶縁層20の内部に配設し、受光素子50を絶縁層20の外部に配設する場合には、発光部40cと対向し、電気配線部10の主表面となす外角が鈍角(例えば、略135°)である反射面30aと、受光部50cと対向し、電気配線部10の主表面となす外角が鋭角(例えば、略45°)である反射面30dとを長手方向の両端部に有する光導波路30Dを用いるようにすればよい。

【0072】また、上記第3の実施の形態では、コア層のみにより構成された光導波路30を電気配線部10の上に転写するようにしたが、図2に示したようなコア層31およびクラッド層32よりなる光導波路30Aを転写することも可能である。さらに、上記第3の実施の形態では、上記第1の実施の形態と同様の構成を有する光配線モジュールを作製する場合について説明したが、上記第2の実施の形態と同様の構成を有する光配線モジュールを作製する場合についても適用することができる。

【0073】また、上記第1の実施の形態では、電気配線部10と、光導波路30、発光素子40および受光素子50が埋め込まれた絶縁層20とにより構成された光配線基板について説明したが、光配線基板は必ずしも発光素子40および受光素子50を備えている必要はない。その場合であっても、光導波路30を絶縁層20の内部に配置したことによる効果は得られる。

【0074】さらに、上記各実施の形態では、絶縁層20の上にICチップ61, 62を実装する場合について

説明したが、他の回路や部品を実装することも可能である。

【0075】加えて、上記各実施の形態では、絶縁層20の内部に光導波路を1層のみ配設するようにしたが、電気配線パターン12a～12gの積層方向と同一の方向に複数の光導波路を積層し、光配線の多層化を実現することも可能である。

【0076】

【発明の効果】以上説明したように請求項1ないし請求項14のいずれか1項に記載の光配線基板または請求項15ないし請求項18のいずれか1項に記載の光配線モジュールによれば、電気配線パターンを有する基体の内部に光導波路を配置するようにしたので、光信号により高速伝送が可能になると共に、外部からの衝撃による光導波路の損傷を効果的に防止することができるという効果を奏する。

【0077】また、請求項19ないし請求項21のいずれか1項に記載の光配線基板の製造方法または請求項22ないし請求項24のいずれか1項に記載の光配線モジュールの製造方法によれば、下部絶縁層を形成し、その上に光導波路を形成し、さらに光導波路を覆うように上部絶縁層を形成することにより、光導波路を絶縁層の内部に埋め込むようにしたので、本発明の光配線基板または光配線モジュールを容易に製造することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る光配線基板の構成を表す断面図である。

【図2】図1に示した光導波路の変形例を表す断面図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る光配線モジュールの構成を一部破断して表す側面図である。

【図4】図3に示した光配線モジュールの製造方法を説明するための断面図である。

【図5】図4に続く工程を説明するための断面図である。

る。

【図6】図5に続く工程を説明するための断面図である。

【図7】図6に続く工程を説明するための断面図である。

【図8】図7に続く工程を説明するための断面図である。

【図9】図3に示した光配線モジュールの第1の変形例に係る光配線モジュール構成を一部破断して表す側面図である。

【図10】図3に示した光配線モジュールの第2の変形例に係る光配線モジュール構成を一部破断して表す側面図である。

【図11】本発明の第2の実施の形態に係る光配線モジュールの構成を一部破断して表す側面図である。

【図12】本発明の第3の実施の形態に係る光配線モジュールの製造方法を説明するための断面図である。

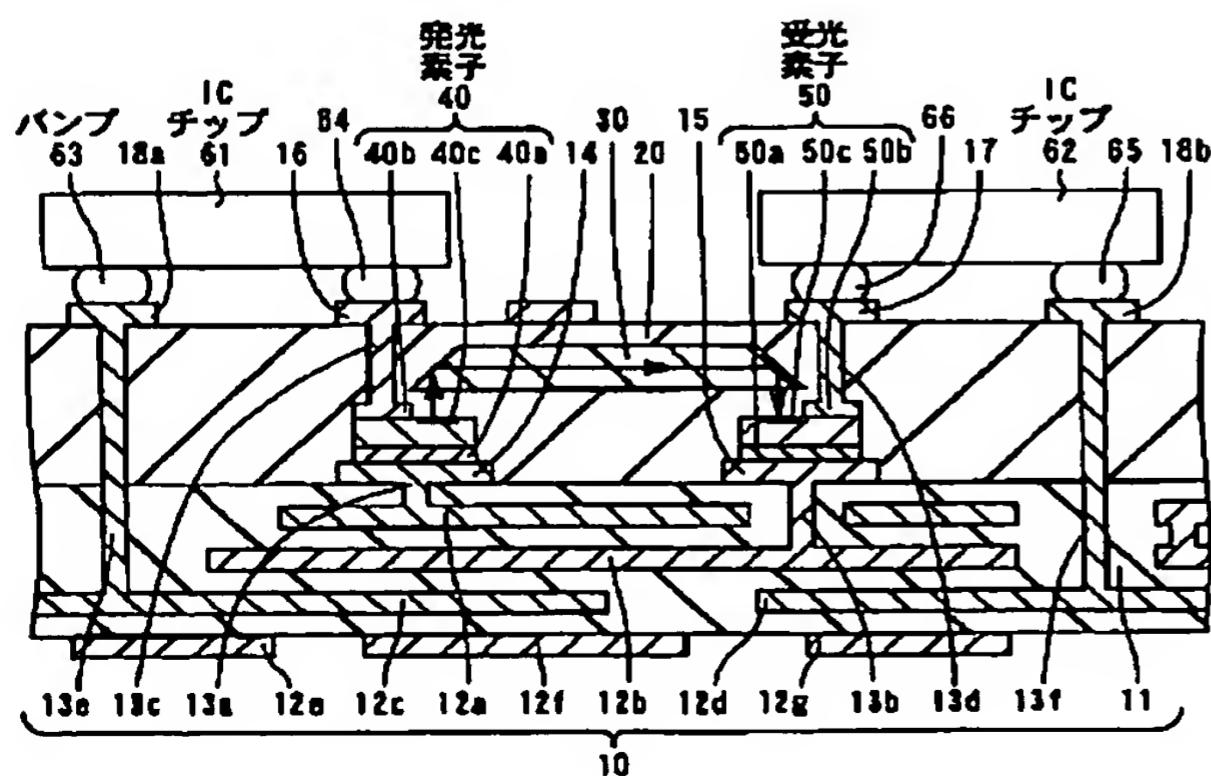
【図13】図12に続く工程を説明するための断面図である。

【図14】図3に示した光配線モジュールの他の変形例に係る光配線モジュール構成を一部破断して表す側面図である。

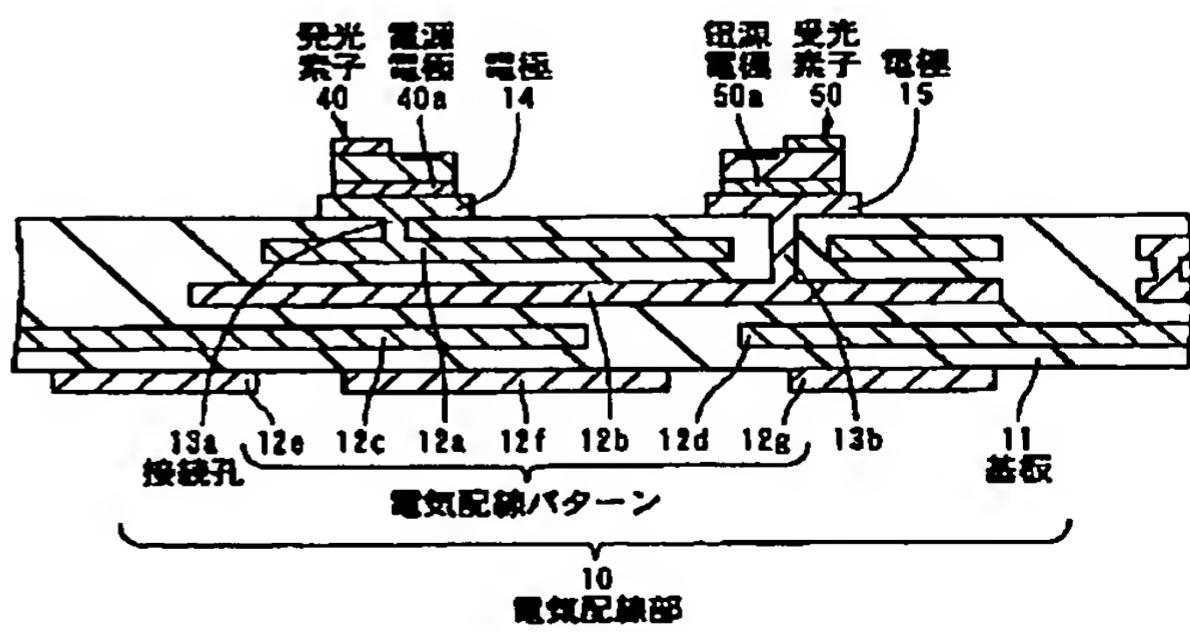
【符号の説明】

10…電気配線部、11…基板、12a～12g…電気配線パターン、13a～13j…接続孔、14, 14A, 15, 15A, 18a, 18b, 19…電極、20…絶縁層、20a…下部絶縁層、20b…上部絶縁層、30, 30A～30D…光導波路、30a～30d, 31a, 31b…反射面、31…コア層、32…クラッド層、40, 40A…発光素子、40a, 50a…電源電極、40c…発光部、50, 50A…受光素子、50c…受光部、61, 62…ICチップ、63～66…バンプ、81…ダミー基板、82…基板分離層、83…接着層

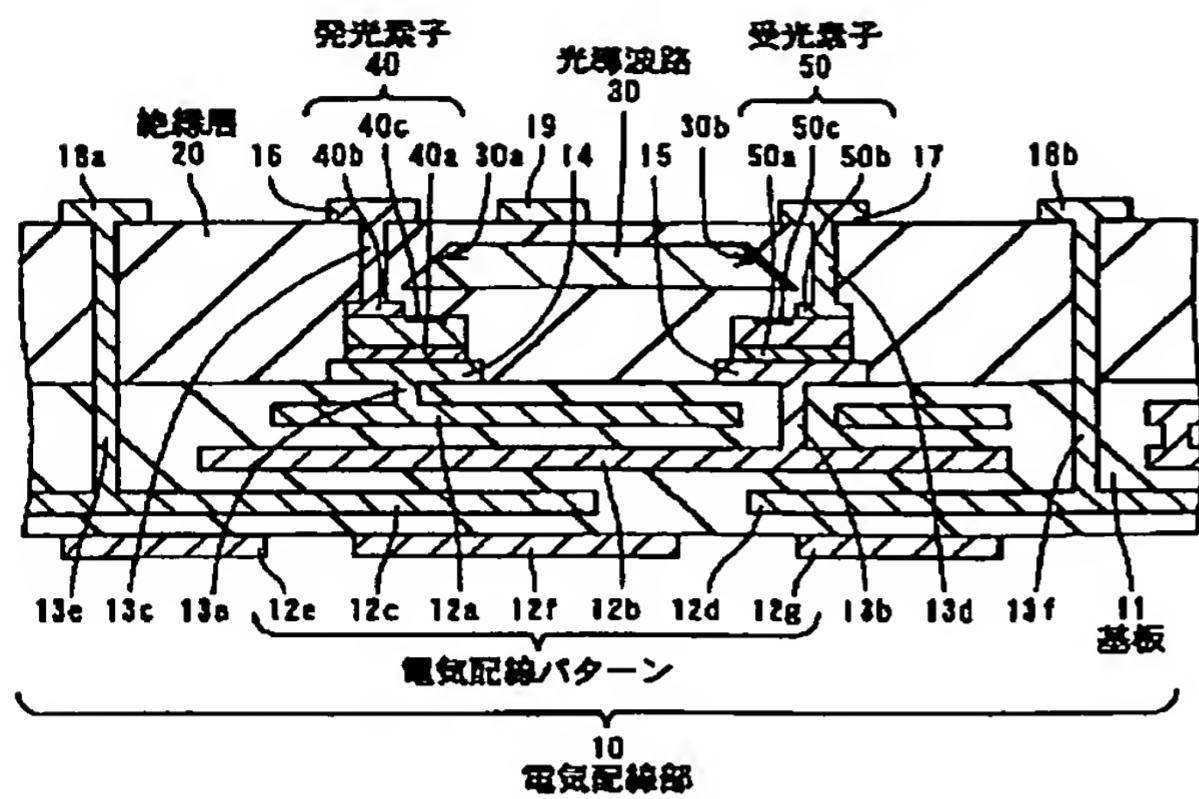
【図3】



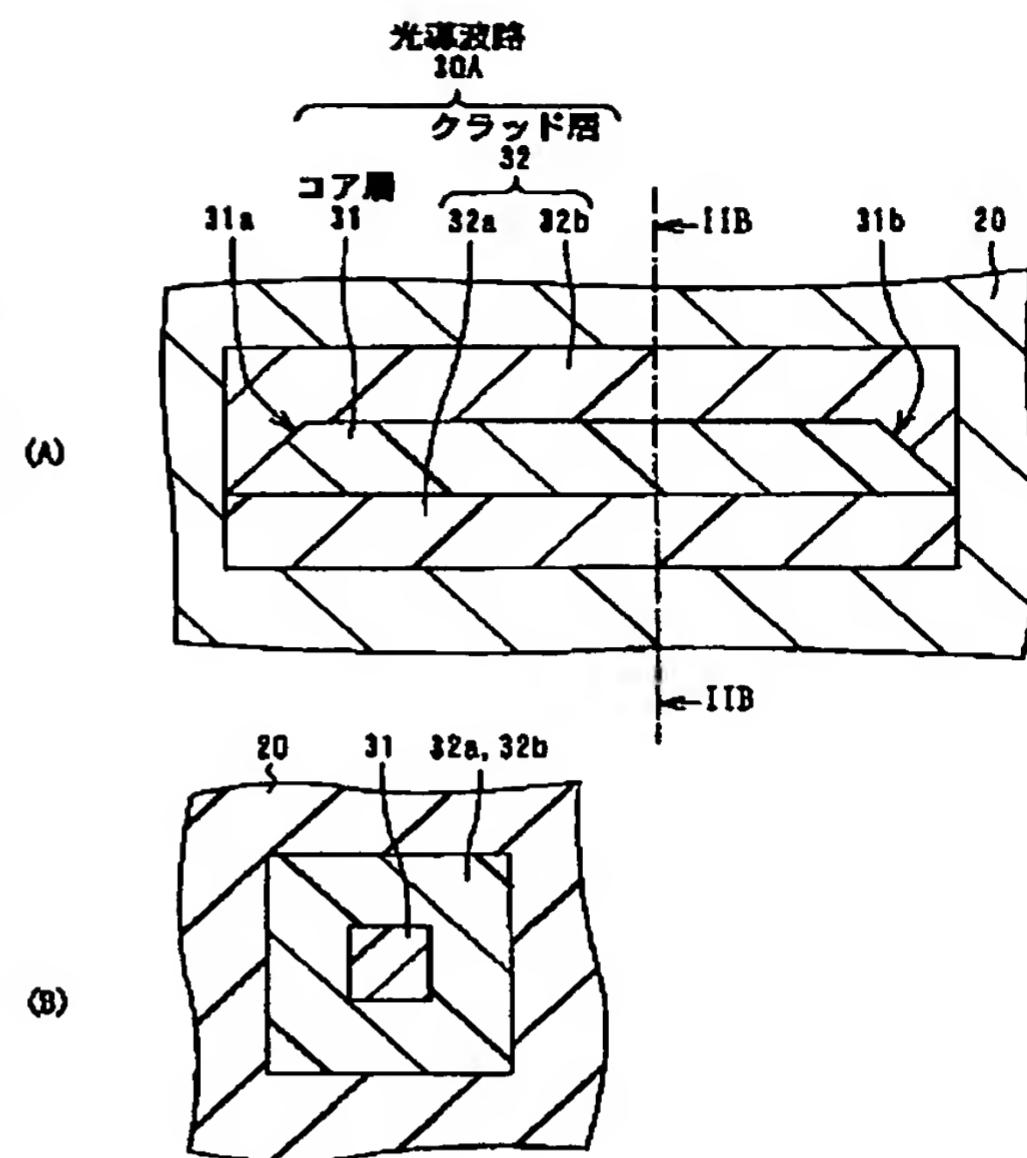
【図4】



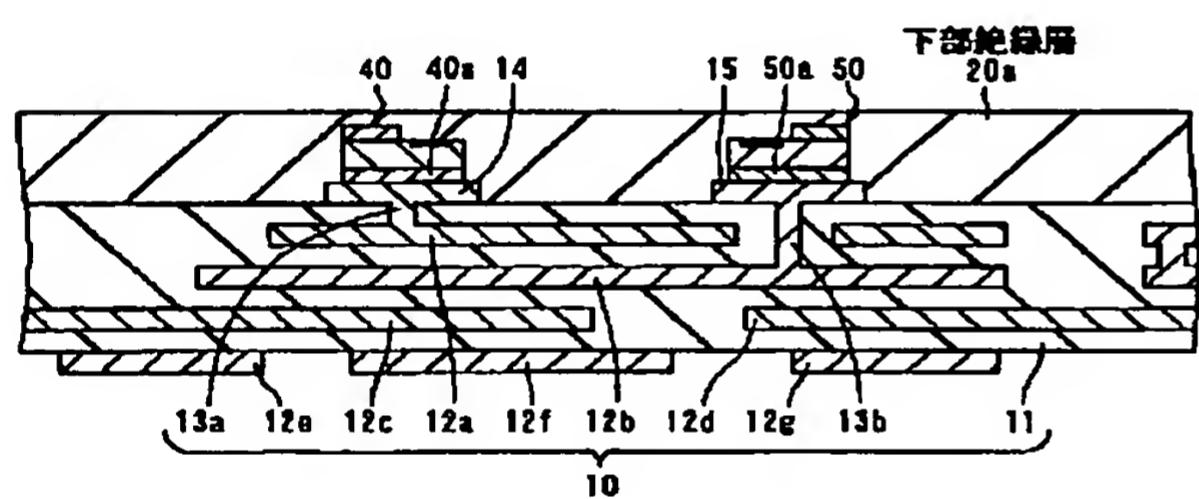
【図1】



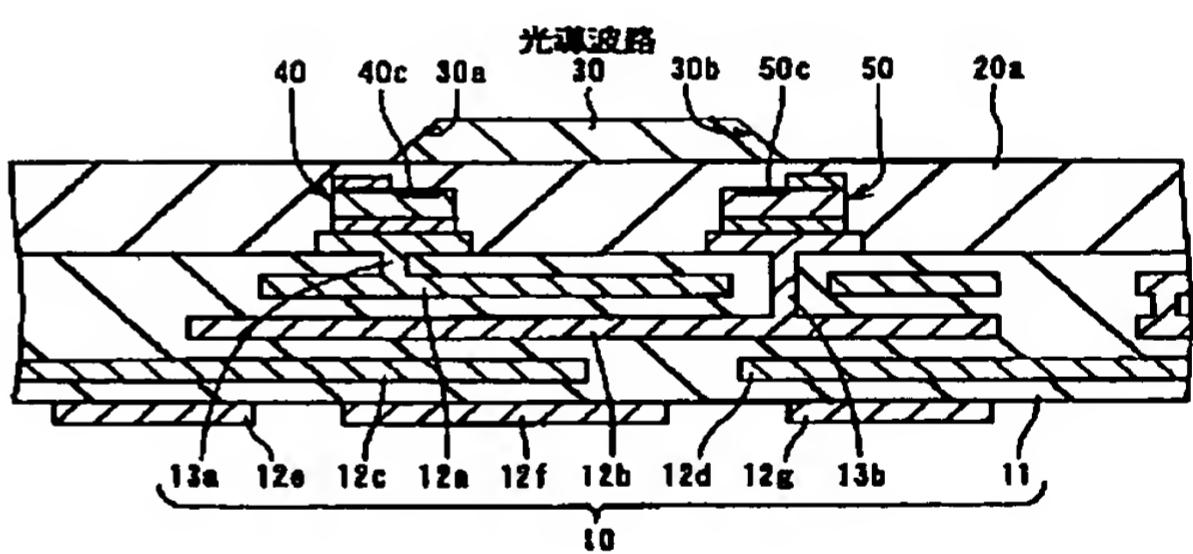
【図2】



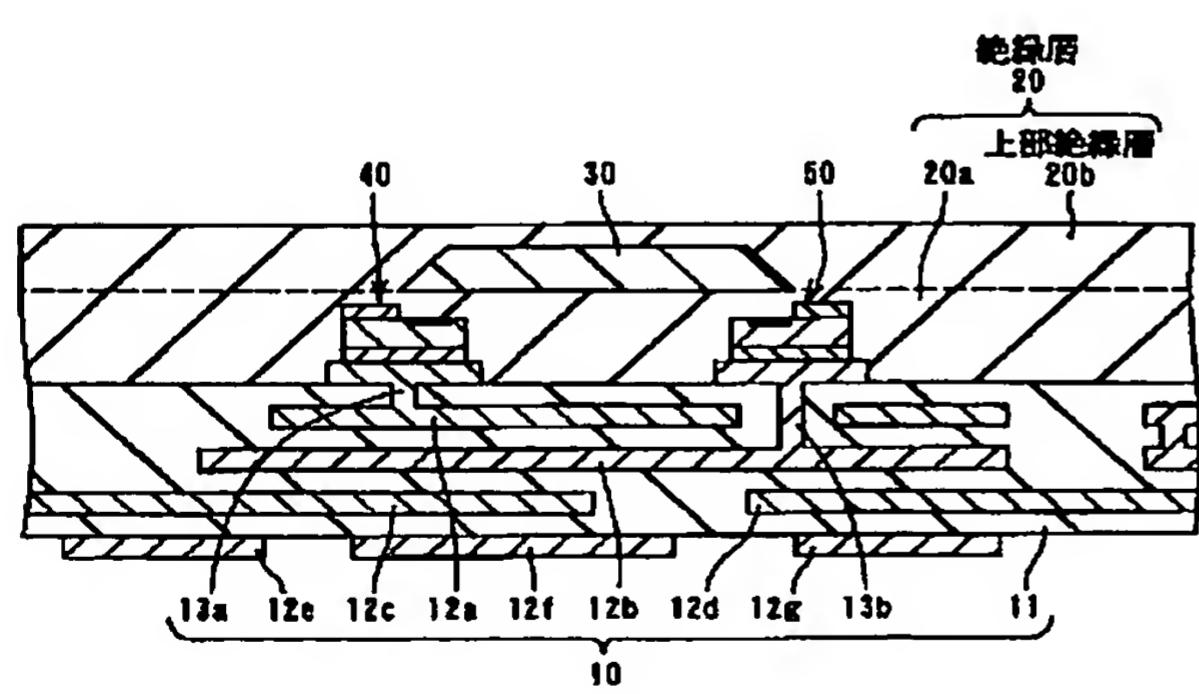
【図5】



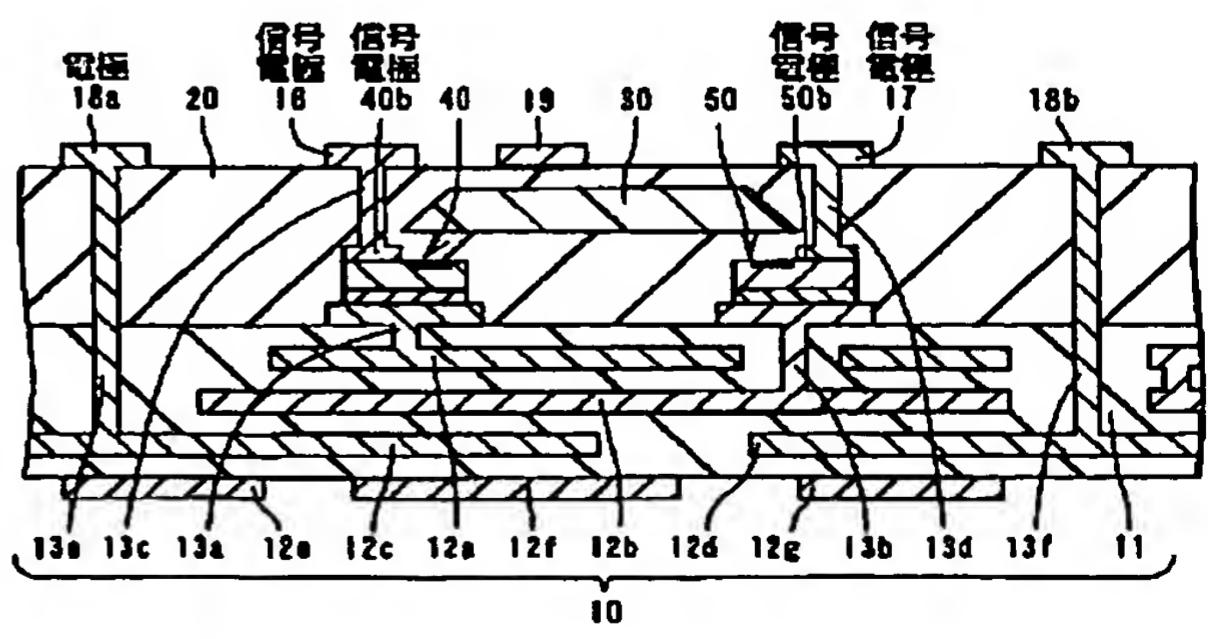
【図6】



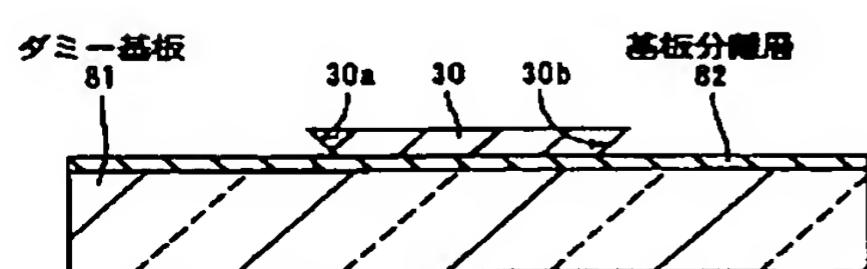
【図7】



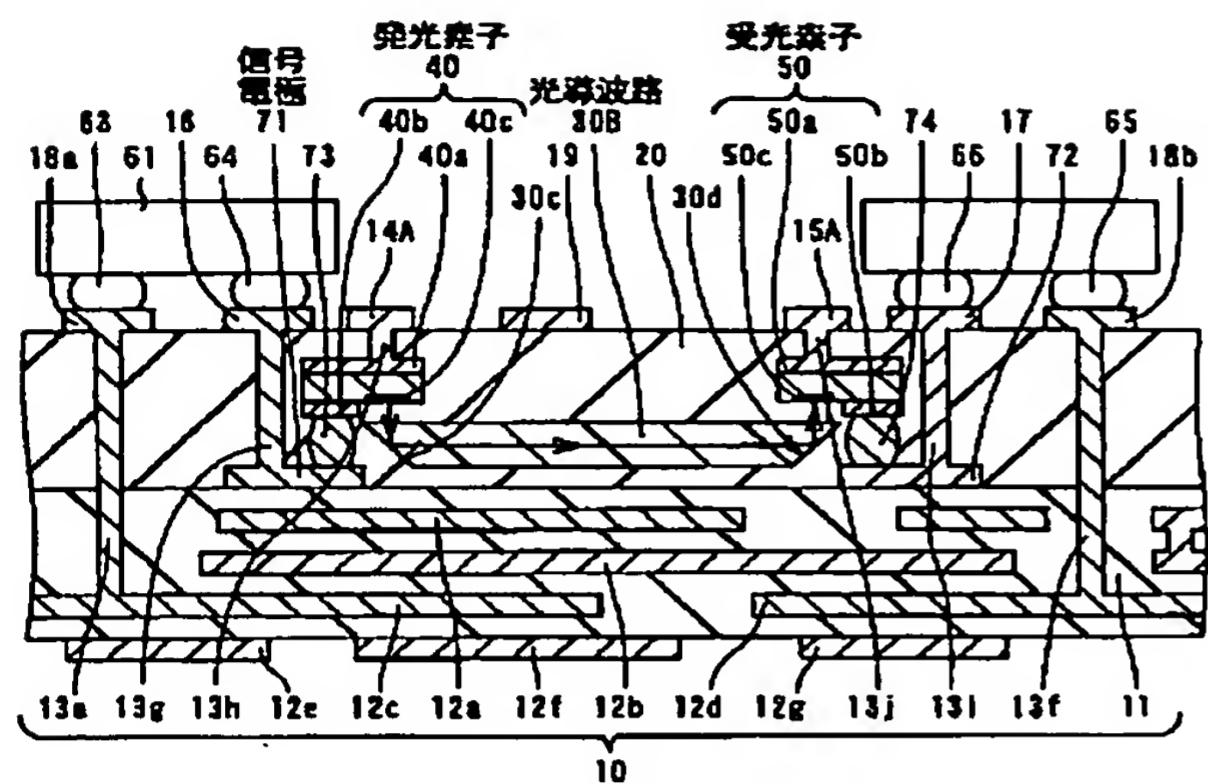
【図8】



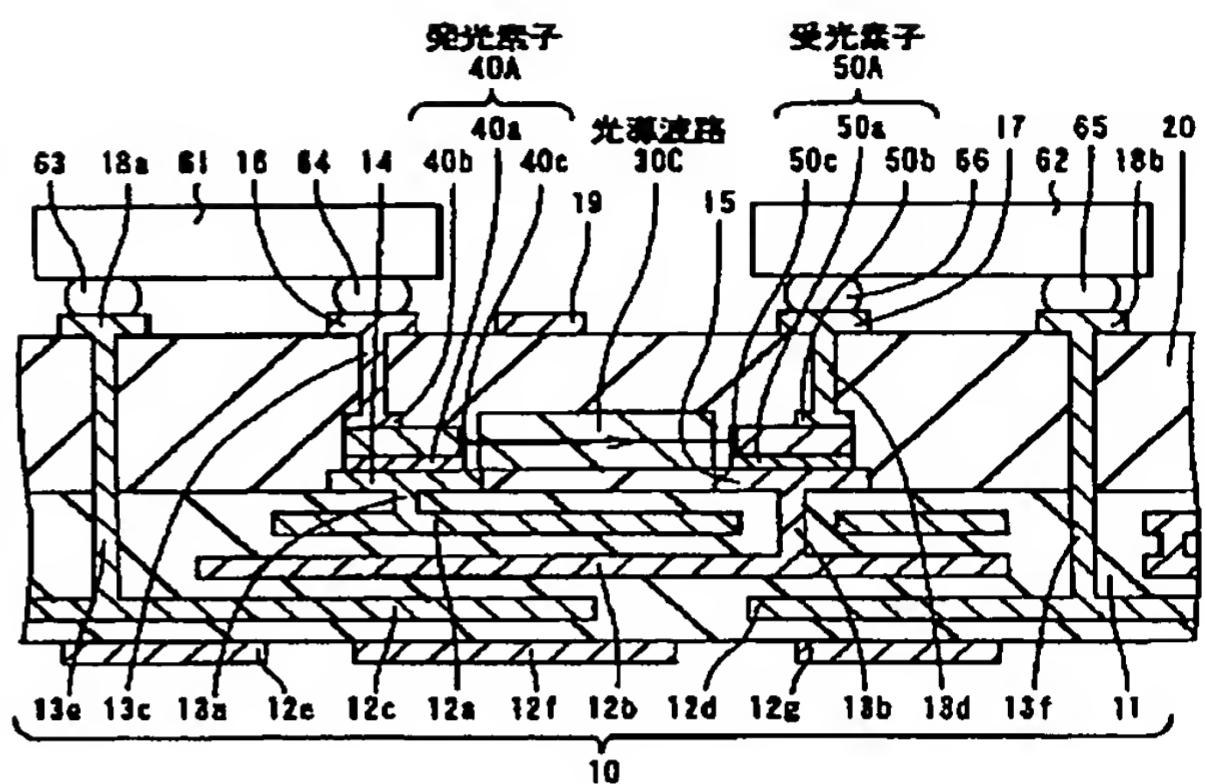
【図12】



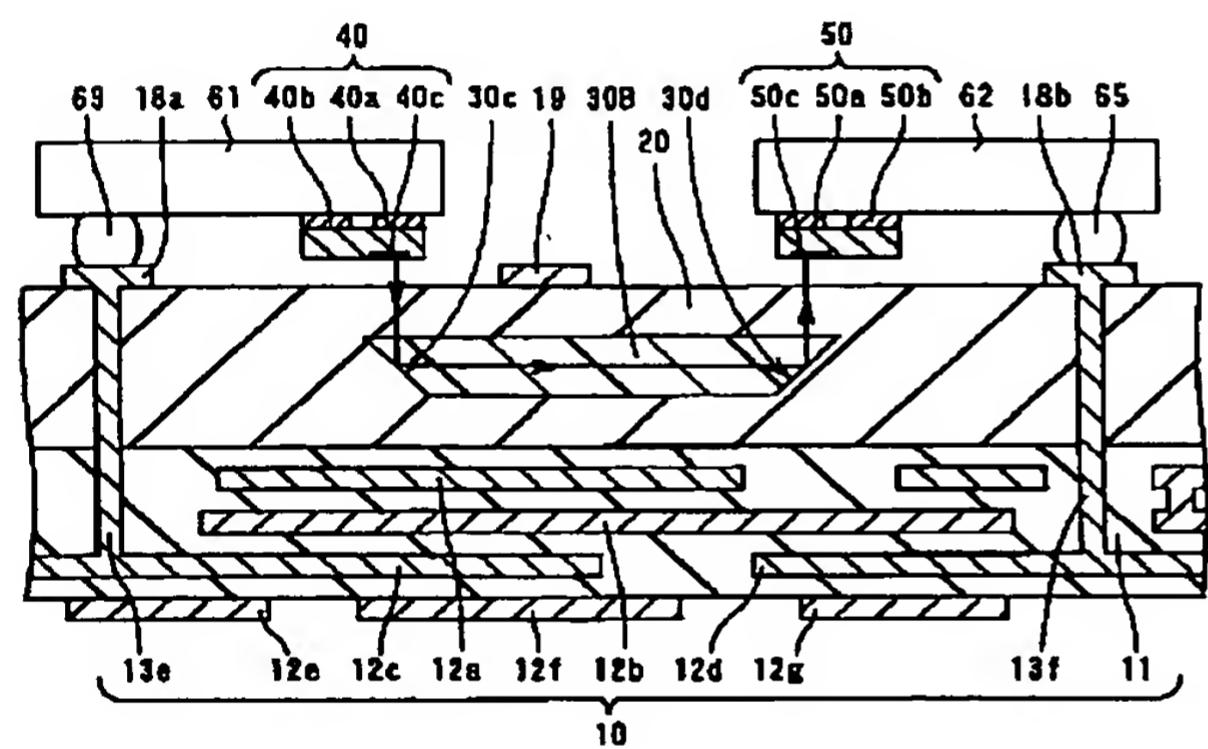
【図9】



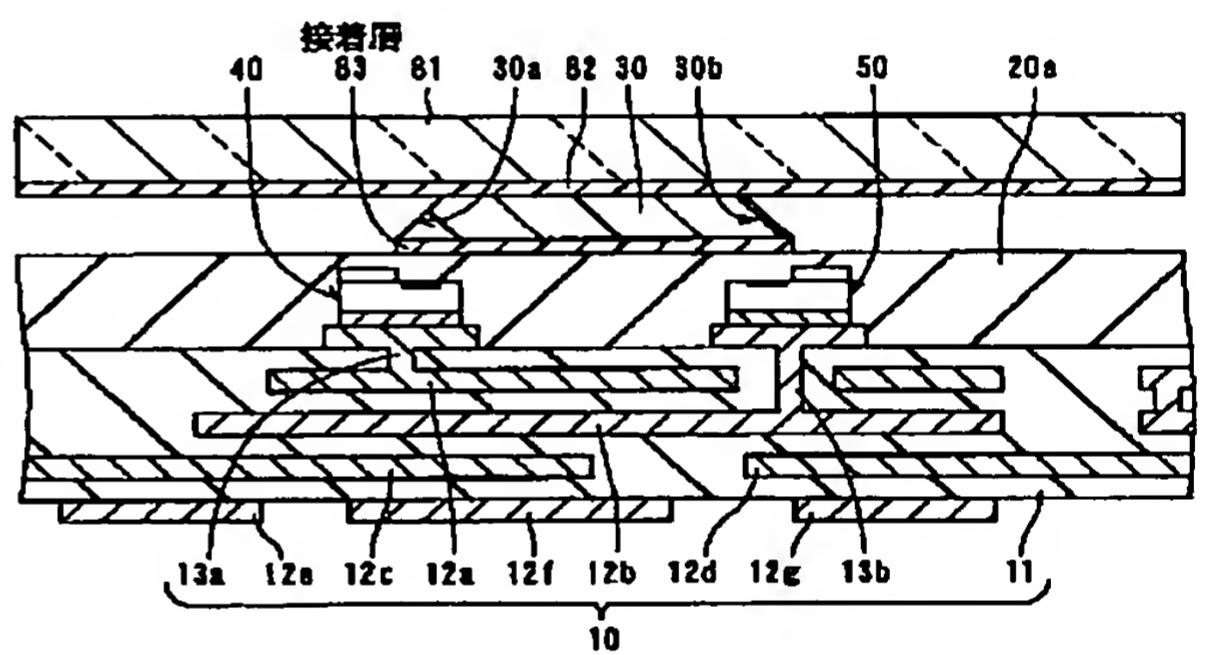
【図10】



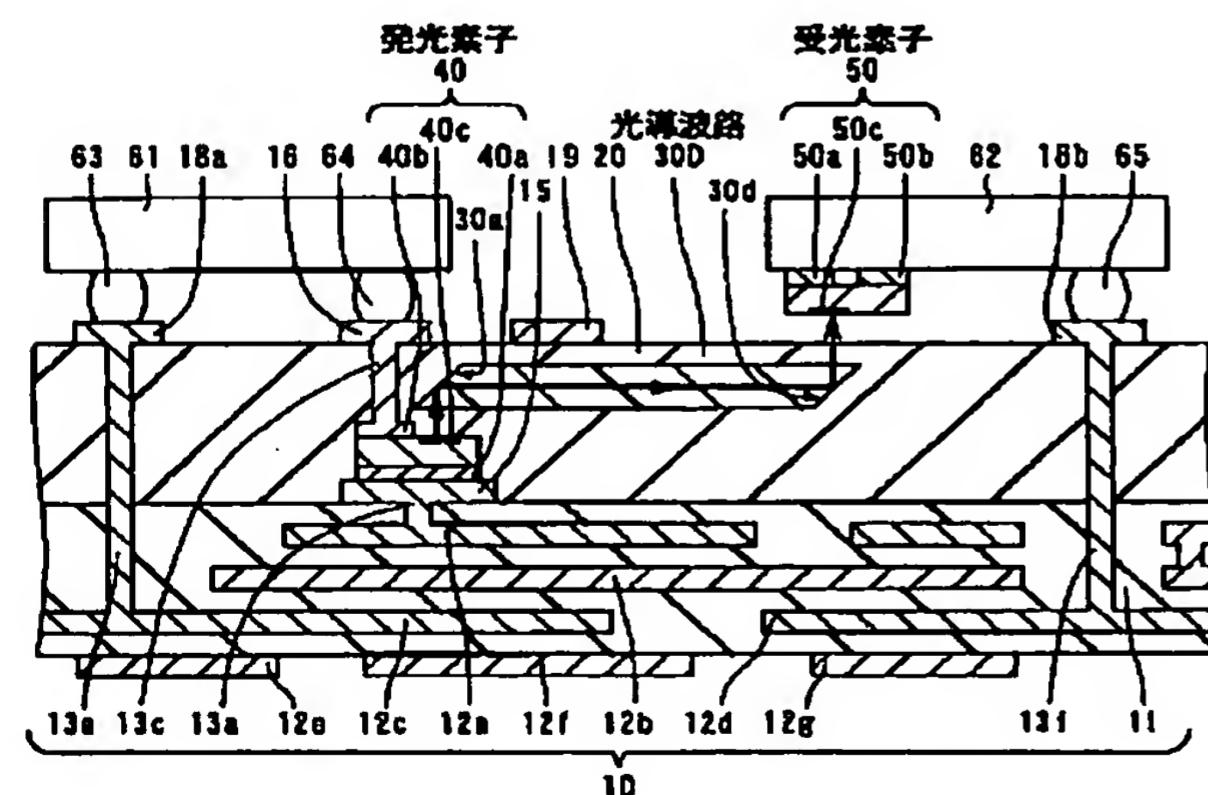
【図11】



【図13】



【図14】



## フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	マークコード (参考)
H 0 5 K	3/46	G 0 2 B	6/12
		H 0 1 L	31/02
			M
			C

F ターム(参考) 2H047 KA03 MA07 PA02 PA22 PA24  
PA28 QA05  
5E346 AA42 AA43 BB02 BB03 BB16  
BB20 CC08 CC09 CC10 CC13  
CC16 DD03 DD32 EE31 FF18  
FF45 HH40  
5F088 AA02 BA13 BA18 DA01 FA09  
FA11 FA20 JA01 JA05 JA11  
JA20  
5F089 AA06 AB03 AC02 AC05 AC08  
AC09 AC10 AC16 AC18 CA20  
EA10